



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 439 802 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90125040.7

(51) Int. Cl.⁵: G01B 11/02

(22) Anmeldetag: 20.12.90

(30) Priorität: 31.01.90 DE 4002743

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)

(72) Erfinder: Hartrumpf, Matthias, Dipl.-Phys.
Binger Strasse 60
W-7500 Karlsruhe 21(DE)

(54) Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels, das senkrecht aus einer Spindüse heraustritt, zur Kühlung angeblasen und anschließend abgezogen wird, wobei in einer Ebene etwa senkrecht zur Abzugsrichtung (also in Richtung Spindüse - Abzugseinrichtung) vor dem Filamentbündel (2) eine Lichtquelle (1) angeordnet ist, daß hinter dem Filamentbündel (2) eine Detektoreinrichtung (5) angeordnet ist, die in einem Winkel α gegen die Beleuchtungsrichtung angeordnet ist, und der Winkel so groß gewählt ist, daß kein direktes Licht der Lichtquelle (1) auf die Detektoreinrichtung (5) trifft, und daß eine Auswerteeinrichtung zur Berechnung der Position des Filamentbündels (2) aus dem Signal der Detektoreinrichtung (5) vorgesehen ist.

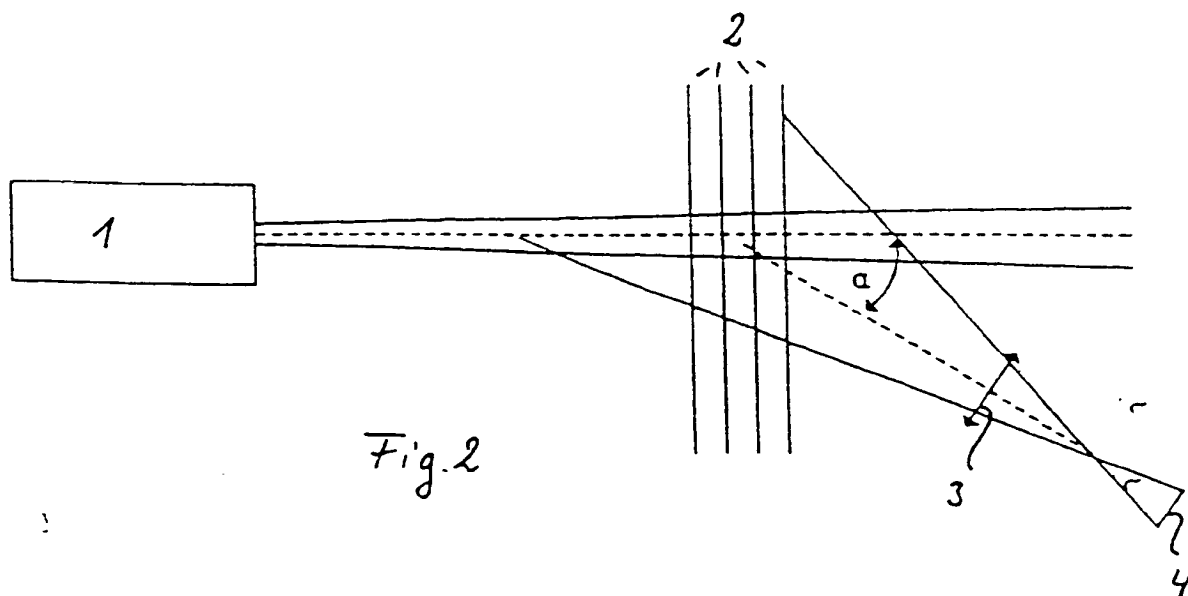


Fig. 2

EP 0 439 802 A2

VORRICHTUNG ZUM MESSEN DER POSITION EINES FILAMENTBÜNDELS

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels gem. dem Oberbegriff des Anspruchs 1. In der Praxis wird die Position durch Augenschein überprüft.

Bei Spinnmaschinen, die Kunststofffasern spinnen, kommen die heißen Fadenfilamente in einem Bündel aus der Spinnöse, werden auf einem Weg von etwa 2 - 6 m von einer Kühleinrichtung angeblasen und dann von einer Abzugseinrichtung abgezogen, anschließend verdreht und aufgespult. Die Geschwindigkeit der Fäden beträgt einige m/sec. Da ein stationärer Spinnzustand angestrebt wird, ist man bestrebt, möglichst die Position und Änderung des Schwerpunkts des Filamentbündels am Ort der größten Auslenkung des Bündels aus der Senkrechten zu messen.

Bisher geschieht dies durch Beobachtung des Personals.

Aus der Zeitschrift "Melliand Textilberichte" 7/1987, S. 463-365, ist eine Einrichtung bekannt, die mit einer optischen Einrichtung Textilgewebe mißt, wobei die Fehler im Gewebe ermittelt werden sollen. Für die Vermessung der Positionen von Filamenten bzw. der Position eines Filamentbündels ist die Einrichtung jedoch nicht geeignet, da das gesamte durch den Textilstück durchtretende Licht in eine Integrationskugel eintrifft und gemessen wird.

Aus dem US-Patent 3,659,950 ist eine Einrichtung bekannt, mit deren Hilfe ein Faden vermessen wird. Das Licht eines Lasers wird über Umlenkspiegel auf den Faden gerichtet und über eine im direkten Strahlengang angeordnete Detektor-Array-Anordnung empfangen und das Bild ausgewertet. Auch diese Anordnung ist zur Vermessung der Position eines Bündels von Filamenten nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels zu schaffen, die automatisch die Position des Filamentbündels bestimmbar macht.

Erfindungsgemäß geschieht dies mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es erstmals möglich, einen Abschnitt des Faserbündels auf einen Sensor abzubilden und damit die Positionen der einzelnen Fasern, bzw. den Schwerpunkt des Bündels messen zu können. Da die Fasern ca. $10\mu\text{m}$ dick sind, ergibt sich keine Abschattung einzelner Filamente, so daß tatsächlich die einzelnen Positionen bzw. der Schwerpunkt vermessen werden kann. Die Auslenkung aus der Senkrechten bzw. der Mitte des Fadens beträgt einige cm bis zu 20 cm je nach Stärke des Gebläses und dem Abstand zur Spinnöse.

Daß die Detektoreinrichtung unter einem Winkel zur Beleuchtungsrichtung angeordnet ist, hat den Vorteil, daß kein direktes Licht der Lichtquelle in die Detektoreinrichtung fällt. Der Winkel beträgt daher etwa zwischen 10° und 45° . Dies ist insbesondere deshalb notwendig, da das Signal der einzelnen Faser weniger als 1μ Watt beträgt, wohingegen die Lichtquelle ca. 150 Watt Leistung haben kann, so daß das Verhältnis etwa $1:10^8$ - $1:10^9$ beträgt. Deshalb ist die Beobachtung im Dunkelfeld notwendig. Die Detektoreinrichtung kann z.B. eine Fernsehkamera sein oder eine Matrix von Photodioden, oder auch eine positionsempfindliche Fotodiode (position sensitive photodiode) (PSD). In jedem Fall ist eine Optik, z.B. eine Sammellinse vor diesen Sensoren zu positionieren gem. Anspruch 2.

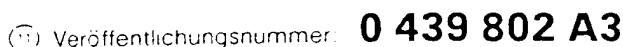
Gem. Anspruch 3 wird das an den Filamenten gestreute Licht vermessen. Die zusätzliche Vermessung der Intensität des auf den Sensor fallenden Lichtes, nach Anspruch 12 ermöglicht die Vermessung der Anzahl bzw. der Dicke der Filamente.

Der Winkel zwischen Beleuchtungsrichtung und Detektoreinrichtung gestattet ferner die zusätzliche Vermessung der Position(en) in Beleuchtungsrichtung, da aufgrund der Abbildung Positionsänderungen in Beleuchtungsrichtung als Höhenänderungen der Abbildung auf einem zweidimensionalen Sensor gem. Anspruch 6 detektiert werden können.

Weiterhin ist es vorteilhaft, die Lichtquelle gepulst zu betreiben oder das Licht durch ein geeignetes Lichtventil intermittierend zu betreiben. Dies ist vorteilhaft, da dann in bekannter Weise in einer elektronischen Schaltung das Umgebungslicht herausgefiltert werden kann.

Wird ein CCD-Array als Sensor gewählt, so kann aus den einzelnen detektierten Filamentpositionen die Breite des Bündels berechnet werden. Bei Verwendung einer PSD können die einzelnen Positionen nicht mehr aufgelöst werden. Eine Vermessung der Bündelbreite kann dann mittels eines Filters gem. den Ansprüchen 7 - 9 oder äquivalent dazu mit Hilfe einer nach Anspruch 10 modifizierten Beleuchtung erfolgen. Das Meßprinzip beruht auf der Vermessung des Positionsmittelwerts nach den Ansprüchen 1 - 5 und der zusätzlichen Vermessung, z.B. des quadratischen Mittelwerts. Dies erlaubt die Bestimmung der Varianz der Filamentposition in Anblasrichtung, aus der die Bündelbreite berechnet werden kann.

Erfolgt die Messung der Position des Filamentbündels gem. Anspruch 6 und 8 mit einem zweidimensionalen analogen Positionssensor (PSD) in x' -Richtung, so kann in y' -Richtung der Mittelwert $\overline{f(x')}$ vermessen



(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(2:) Anmeldenummer: 90125040.7

(51) Int. Cl.⁵ **G01B 11/02**

(2) Anmeldetag: 20.12.90

(30) Priorität: 31.01.90 DE 4002743

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

Ⓔ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

Ⓢ Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: 26.02.92 Patentblatt 92/09

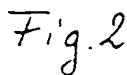
71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.**
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)

72 Erfinder: Hartrumpf, Matthias, Dipl.-Phys.
Binger Strasse 60
W-7500 Karlsruhe 21(DE)

(54) Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels, das senkrecht aus einer Spinn Düse heraustritt, zur Kühlung angeblasen und anschließend abgezogen wird, wobei in einer Ebene etwa senkrecht zur Abzugsrichtung (also in Richtung Spinn Düse - Abzugseinrichtung) vor dem Filamentbündel (2) eine Lichtquelle (1) angeordnet ist, daß hinter dem Filamentbündel

(2) eine Detektoreinrichtung (5) angeordnet ist, die in einem Winkel α gegen die Beleuchtungsrichtung angeordnet ist, und der Winkel so groß gewählt ist, daß kein direktes Licht der Lichtquelle (1) auf die Detektoreinrichtung (5) trifft, und daß eine Auswerteeinrichtung zur Berechnung der Position des Filamentbündels (2) aus dem Signal der Detektoreinrichtung (5) vorgesehen ist.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 12 5040

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y,P	GB-A-2 221 296 (J. KYRIAKIS) * Zusammenfassung; Seite 4, Zeile 24 - Seite 5, Zeile 3; Figuren 3,4 *	1,2,5,6	G 01 B 11/02
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Band 7, Nr. 60 (P-182)(1205), 12. März 1983; & JP - A - 57206806 (SHIN NIPPOOOON SEITETSU KK) 18.12.1982 * das ganze Dokument *	1,2,5,6	
A	(ZIMMER OHG) * Seiten 11,12; Figuren 1,2 *	1,3,13	
			RECHERCHERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G 01 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Berlin		12 November 91	VORROPOULOS G
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div><div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div><div>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div></div>			

werden. Aus beiden gemessenen Mittelwerten kann auf die Bündelbreite geschlossen werden.
Nach Anspruch 9 erhält man aus den Mittelwerten von

5

$$\overline{x'^2}$$

und $\overline{x'}$ die Positionsvarianz, und damit die Positions-Standardabweichung des Bildes auf dem Detektor, aus der die Bündelbreite berechnet werden kann.

- 10 Anstelle des Filters nach den Ansprüchen 7 - 9 kann ein aus mehreren Polarisationsfiltern bestehendes Filter gem. Anspruch 11 vor dem Sensor angebracht werden. Dadurch kann eine zusätzliche Vermessung des Polarisationsgrades des an den Filamenten gestreuten Lichts erfolgen.

Ausführungsbeispiel

15

Fig. 1 zeigt die Aufsicht der erfindungsgemäßen Einrichtung, Fig. 2 die Seitenansicht, Fig. 3 ein besonders ausgestaltetes Filter.

- Mit 1 ist die Lichtquelle bezeichnet, die das Faserbündel 2 intermittierend anstrahlt. Dieses Faserbündel kommt aus einer Spindüse mit hoher Geschwindigkeit, wird dann von einer Kühleinrichtung, die ebenfalls nicht dargestellt ist, angeblasen und von einer Abzugseinrichtung abgezogen. Das Faserbündel gelangt dann in die Spinneinrichtung, wo die einzelnen Fasern miteinander versponnen werden, die Abzugs- und die Spinneinrichtung sind ebenfalls nicht dargestellt. Gegenüber der Lichtquelle ist eine Detektoreinrichtung 5 angeordnet. Sie besteht aus einer Optik 3 zur Abbildung des Filamentbündels 2 auf einen Sensor 4. Der Abstand Lichtquelle - Sensor beträgt etwa 0,2 - 2 m, das Filamentbündel wird sich etwa in der Mitte dieses Abstandes befinden. Der Detektoreinrichtung 5 ist eine - ebenfalls nicht dargestellte - Auswerteeinrichtung zur Auswertung der Meßsignale nachgeschaltet.

- Vorteilhaft ist eine Aufstellung des Systems derart, daß die Beleuchtungsrichtung senkrecht zur Anblas- und Abzugseinrichtung gewählt wird und die Messung der Position parallel zur Anblasrichtung durchgeführt wird, d.h. die Koordinatenrichtung des Sensors, die zur Positionsmessung benutzt wird, ist parallel zur Anblasrichtung. Diese Koordinatenrichtung wird im Folgenden mit x' bezeichnet.

Da die Lichtquelle 1 wesentlich stärker als das Signal des Faserbündels ist, wobei das Signalverhältnis etwa $10^8:1$ beträgt, muß die Detektoreinrichtung außerhalb des Lichtweges der Lichtquelle 1 angeordnet sein.

- In Fig. 2 ist eine vorteilhafte Einrichtung dargestellt, bei der die Detektoreinrichtung 5 gegenüber der Horizontalen um einen Winkel α herausgeschwenkt ist, so daß das Licht der Lichtquelle 1 nicht direkt in die Detektoreinrichtung gelangen kann. Mit einer geeignet ausgestatteten Beleuchtungseinrichtung und bei Verwendung eines zweidimensionalen Sensor, kann dann, wie bereits dargelegt, auch die Auslenkung des Filamentbündels in Beleuchtungsrichtung vermessen werden.

- Die Bestimmung der Breite des Bündels kann durch Auswertung der einzeln registrierten Filamentpositionen erfolgen. Voraussetzung dafür ist die Verwendung eines Sensors, der die Vermessung einzelner Filamentpositionen gestattet, wie z.B. CCD-Zeilen oder CCD-Matrix.

Bei Verwendung einer PSD können die einzelnen Filamente nicht mehr aufgelöst werden, eine Vermessung der mittleren Bündelbreite kann dann z.B. durch ein Filter mit parabolischer Öffnung erfolgen.

- Zunächst wird das Prinzip der Vermessung der mittleren Position eines Filamentbündels in Anblasrichtung mittels einer PSD erläutert. Die Koordinatenrichtung der PSD, die zur mittleren Positionsvermessung benutzt wird, ist parallel zur Anblasrichtung und wird mit x' bezeichnet.

Bekanntlich führt ein Lichtfleck bzw. Lichtstreifen auf der PSD zu zwei Ausgangsströmen pro Koordinatenrichtung, die für die x' -Koordinate durch:

50

$$C_n = f \cdot I \cdot \frac{L - x'}{2 \cdot L} \quad \text{und} \quad C_p = f \cdot I \cdot \frac{L + x'}{2 \cdot L}$$

55

gegeben sind, wobei I die Intensität des Lichtfleckes bedeutet, C_n bzw. C_p die Ströme auf der negativen

bzw. positiven Seite der PSD, $2 \cdot L$ die Länge der aktiven Oberfläche der PSD, x' die Position des Lichtflecks auf derselben, und f ein konstanter Faktor.

Die Position x' kann unabhängig von der Intensität ermittelt werden:

$$x' := k \cdot \frac{C_p - C_n}{C_p + C_n}$$

15 wobei k ebenfalls ein konstanter Faktor ist.

Fällt mehr als ein Lichtfleck auf die aktive Oberfläche, so überlagern sich die entsprechenden Ströme und die PSD mißt den optischen Schwerpunkt der Lichtflecken auf der aktiven Oberfläche.

$$x := k \cdot \frac{C_p - C_n}{C_p + C_n} \quad \text{bzw.} \quad x := k \cdot \frac{\sum_i I_i \cdot x_i}{\sum_i I_i}$$

wobei der Index i den Wert des i -ten Lichtflecks angibt.

Auf diese Weise kann mit einer PSD der Schwerpunkt eines etwa radialsymmetrischen, aus identischen Filamenten bestehenden Bündels ermittelt werden.

Die Vermessung von Bündeln mit davon abweichender Geometrie bzw. unterschiedlicher Filamente, ist mit einem relativ kleinen Meßfehler behaftet, der sich durch Ausgleichsrechnungen minimieren läßt.

Wie oben dargestellt, kann mit einer PSD mit Hilfe der Anordnungen nach den Fig. 1-2 die gemittelte Position in Richtung der Lichtausbreitung bestimmt werden.

Alternativ dazu kann die Vermessung der Weite des Bündels mittels eines Filters nach den Ansprüchen 7 - 9, bzw. äquivalent dazu mit Hilfe einer Modifikation der Beleuchtung erfolgen. Im Folgenden wird die Vermessung der Bündelbreite nach Anspruch 8 und 9 erläutert.

Die Beleuchtung wird dabei derart modifiziert, daß der abgebildete Filamentabschnitt größer als die Höhe der PSD ist. Die Filamente sind in diesem Abschnitt nur schwach gekrümmt, so daß die Abbildung nahezu parallel zur y' -Richtung der PSD ist. Würde dann ein Filter, das nur in einem Bereich Δ um die Gerade $y' = x'$ transparent ist verwendet, so würde sowohl in x' - als auch in y' -Richtung die Vermessung der mittleren Position des Filamentbündels erfolgen. Durch Verwendung eines Filters mit einem durch $y' = x'^2 \pm \Delta$ gegebenen transparenten Bereich erfolgt in x' -Richtung (Anblasrichtung) wie bisher die Vermessung der mittleren Position, während in y' -Richtung der Mittelwert

$$\overline{y'} = k' \frac{\sum_i y'_i}{\sum_i I_i}$$

mit y'_i , der y' - Position der Abbildung des i - ten Filaments, die durch

$$y'_i = k' * x'^2_i$$

gegeben ist, wird

$$\overline{y'} = k' * \overline{x'^2}.$$

Da die Normierung automatisch mit der PSD durchgeführt wird, kann man mit dem genannten Filter zusätzlich den quadratischen Mittelwert der Filamentpositionen messen, wobei die obengenannten Prämissen gelten. Aus dem Mittelwert und dem quadratischen Mittelwert kann dann die Standardabweichung der Bündelposition eines Filamentbündels berechnet werden. Mit der bekannten Verteilung der Filamente im Bündel kann daraus dann die Bündelbreite berechnet werden.

Mit Hilfe dieser einfachen Einrichtung kann nunmehr im Spinnprozeß die optimale Lage bzw. Fadenauslenkung ermittelt werden und der Spinnvorgang kontinuierlich auf einfache Weise überwacht werden.

Eine weitere Anwendung ist die Überwachung bei der Produktion dünner Drähte z.B. aus Kupfer oder aus Metall.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Messen der Position eines Filamentbündels, das senkrecht aus einer Spinndüse austritt, zur Kühlung angeblasen und anschließend abgezogen wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß in einer Ebene etwa senkrecht zur Abzugsrichtung (also in Richtung Spinndüse - Abzugseinrichtung) vor dem Filamentbündel (2) eine Lichtquelle (1) angeordnet ist,

daß hinter dem Filamentbündel (2) eine Detektoreinrichtung (5) angeordnet ist, die in einem Winkel α gegen die Beleuchtungsrichtung angeordnet ist, und der Winkel α so groß gewählt ist, daß kein direktes Licht der Lichtquelle (1) auf die Detektoreinrichtung (5) trifft, und

daß eine Auswerteeinrichtung zur Berechnung der Position des Filamentbündels (2) aus dem Signal der Detektoreinrichtung (5) vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der Detektoreinrichtung (5) vor einem oder mehreren Sensoren (4) eine Optik (3) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 - 2.

dadurch gekennzeichnet,

daß das an den Filamenten gestreute Licht gemessen wird.

- 5 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 - 3,

dadurch gekennzeichnet,

10 daß die Lichtquelle (1) gepulstes Licht emittiert, oder das Licht einer kontinuierlichen Lichtquelle über ein Lichtventil zerhackt wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

15 daß die Lichtquelle (1) und die Detektoreinrichtung (5) etwa senkrecht zum Filamentbündel (2) und zur Anblasrichtung angeordnet sind.

- 20 6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 5,

dadurch gekennzeichnet

daß ein oder mehrere zweidimensionale Sensoren vorgesehen sind.

- 25 7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß vor der Detektoreinrichtung (5) ein Filter angeordnet ist.

30

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß ein zweidimensionales Filter (mit den Koordinaten x' , y' vorgesehen ist, das nur in einem Bereich $y' = f(x') + \Delta(x')$ transparent ist, wobei $f(x')$ eine monotone Funktion von x' ist und Δ die halbe Öffnung des transparenten Bereichs an der Stelle x' bedeutet.

- 40 9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß $f(x') = x'^2$ ist.

- 45 10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 6,

dadurch gekennzeichnet,

50 daß die Lichtquelle (1) aus einem Lichtband besteht, dessen Höhe (parallel zur Abzugsrichtung) sich monoton mit der Breite etwa parallel zur Anblasrichtung ändert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

55

daß das Filter aus mehreren Polarisationsfiltern besteht und damit die zusätzliche Bestimmung des Polarisationsgrades des an den Filamenten gestreuten Lichtes gestattet.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 - 10,

dadurch gekennzeichnet,

5 daß zusätzlich die Intensität des an den Filamenten gestreuten Lichtes gemessen wird, wodurch zusätzlich die Anzahl bzw. Dicke der Filamente gemessen werden kann.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1 - 12,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

daß der Strahlengang mit Spiegeln gefaltet wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

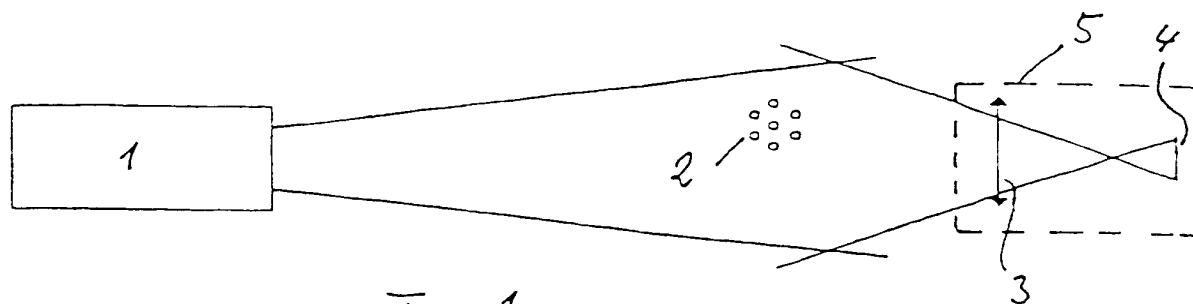


Fig. 1

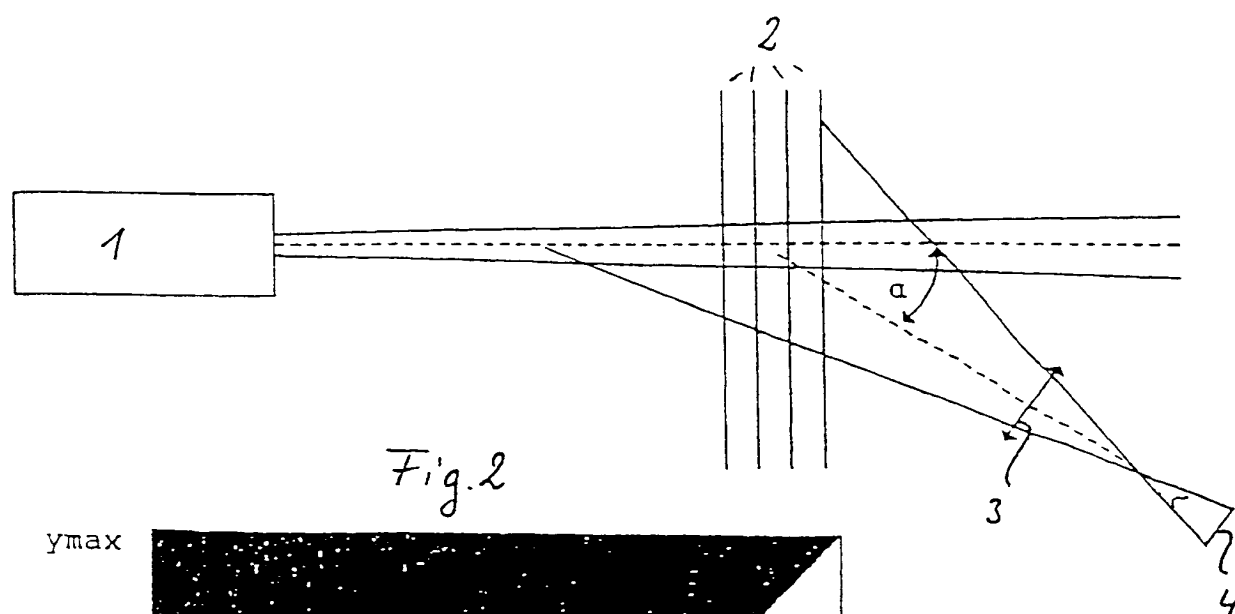


Fig. 2

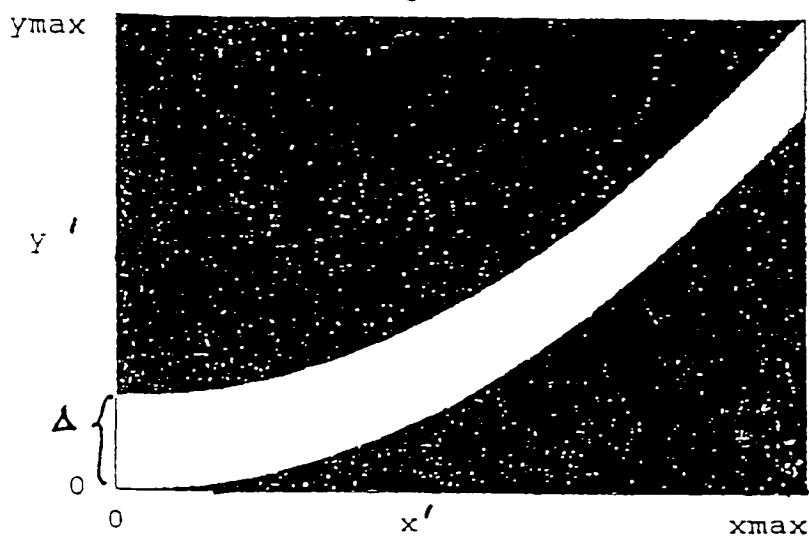


Fig. 3